



MISE EN ŒUVRE DE L'ISOLATION ACOUSTIQUE

Malek Jedidi



Caractéristiques
des sons

Performances
des matériaux

Écrans
acoustiques

EDITIONS

LE MONITEUR

Sommaire

	Tableau des symboles.....	7
	Avant-propos	9
CHAPITRE 1	Caractéristiques physiques des sons	11
CHAPITRE 2	Caractéristiques énergétiques des sons	39
CHAPITRE 3	Propagation des sons en espace clos.....	63
CHAPITRE 4	Isolation acoustique des bâtiments.....	81
CHAPITRE 5	Écrans acoustiques.....	109
CHAPITRE 6	Matériaux de l'isolation acoustique.....	119
ANNEXE A1	Performances acoustiques des différents matériaux.....	145
ANNEXE A2	Aires d'absorption équivalentes de divers éléments (m²)	155
ANNEXE A3	Indices d'affaiblissement acoustique de parois simples	157
ANNEXE A4	Indices d'affaiblissement acoustique de parois doubles à base de plaques de plâtre sur ossatures.....	161
ANNEXE A5	Indices d'affaiblissement acoustique de cloisons alvéolaires ...	163
ANNEXE A6	Caractéristiques d'éléments mesurés en laboratoire et précautions à prendre lors de leur utilisation.....	165
ANNEXE A7	Caractéristiques des bâtiments mesurées <i>in situ</i> et des éléments de construction.....	169
ANNEXE A8	Comparatif des isolants thermiques et phoniques.....	171
ANNEXE A9	Comparatif des prix et informations diverses	181

ANNEXE A10	Indice d'affaiblissement acoustique R_w des parois simples.....	185
ANNEXE A11	Indice d'affaiblissement acoustique R_w des parois doubles	187
	Bibliographie	191
	Glossaire.....	193
	Index	199
	Table des matières.....	203

4.1.5.2 Bruits de la chasse d'eau

La chasse d'eau peut être bruyante lors de son remplissage. Un réglage du débit de remplissage peut améliorer la situation en évitant les sifflements.

Pour de meilleures performances, des robinetteries de chasse d'eau dites « acoustiques » peuvent être utilisées.

4.1.5.3 Bruits de chaudière, VMC, machine à laver

Si le bruit des équipements se transmet à travers les murs et les planchers, il faut désolidariser l'objet vibrant de son support. Des supports antivibratiles peuvent alors être posés entre l'objet et le sol (machine à laver) ou l'objet et le mur (chaudière murale).

RECOMMANDATION

En cas de transmission du son à travers le réseau des fluides, il convient d'utiliser des colliers antivibratiles et des manchettes acoustiques pour les canalisations d'eau, ainsi que des pièges à sons pour les gaines de la VMC.

4.2 Isolement des bâtiments

Soient deux locaux séparés par un mur. Une source sonore rayonne dans le local (1) appelé local d'émission et parvient dans le local (2) appelé local de réception après propagation aérienne puis solidienne.

La transmission de l'énergie sonore entre les deux locaux se fait de trois façons différentes (fig. 4.2) :

- transmission directe, à travers la paroi qui sépare les deux locaux ;
- transmission indirecte, à travers les parois latérales ;
- transmission parasite par certains points singuliers (gaines techniques, entrées d'air, coffres des volets roulants).

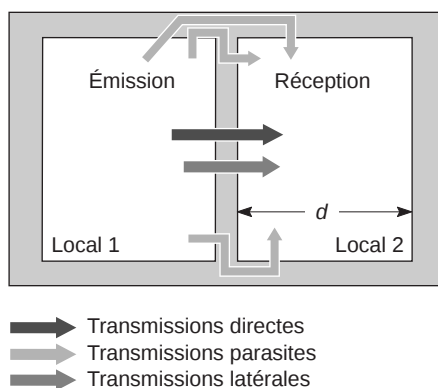


Fig. 4.2. Transmission du bruit dans le bâtiment

4.3 Isolement normalisé

4.3.1 Isolement brut D_b

Soit L_1 et L_2 les niveaux de l'intensité moyen des bruits respectivement dans le local émission et dans le local réception (fig. 4.3).

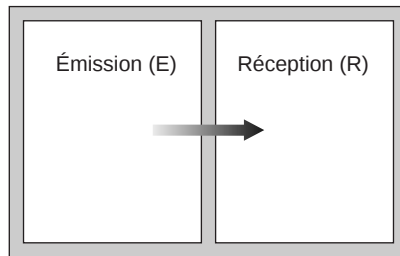


Fig. 4.3. Principe de l'isolement brut D_b

Par définition, l'isolement brut est la différence entre le niveau de bruit L_1 dans le local d'émission (E) et le niveau de bruit L_2 dans le local de réception (R) :

$$D_b = L_1 - L_2 \text{ (dB)}$$

Cet isolement brut dépend de la fréquence et varie avec la forme du spectre du bruit émis. C'est la raison pour laquelle il est préférable de le mesurer par bandes d'octaves.

Une bonne isolation acoustique résulte d'un niveau sonore à la réception le plus faible possible.

4.3.2 Isolement normalisé ou standardisé

L'isolement brut D_b est une mesure informant la situation réelle d'écoute, dans des conditions données. Il ne présente aucune correction et intéresse donc l'ensemble des facteurs qui caractérisent ces conditions.

En particulier, D_b dépend de la sonorité du local de réception à un certain moment. Cette sonorité, exprimée par la mesure de la durée de réverbération du local à différentes fréquences, dépend du pouvoir absorbant des parois du local (et des objets qu'il contient).

Comme les mesures d'isolement s'effectuent souvent dans des locaux vides, il faut pouvoir en déduire l'isolement correspondant à un local normalement meublé. Il est donc nécessaire de définir un nouvel isolement, répondant à une durée de réverbération unique pour tous les locaux, soit 0,5 seconde en matière d'habitat, quelle que soit la fréquence (situation ordinaire d'un local normalement meublé).

Comme L_2 augmente quand le pouvoir absorbant des parois diminue, D_b diminue avec ce dernier ; puisque la durée de réverbération varie en sens contraire du pouvoir absorbant, D_b décroît quand le T_r du local augmente.

EXEMPLE

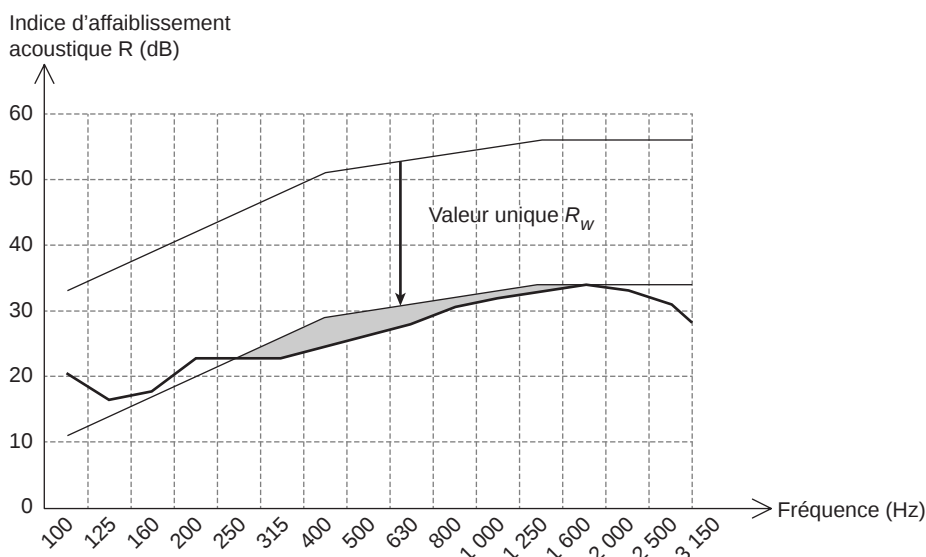


Fig. 4.8. Indice d'affaiblissement acoustique en fonction du type de bruit

Indice d'affaiblissement acoustique mesuré en dB (voir fig. 4.8) :

$$R_w (C ; C_{tr}) = 30 (-2 ; -3)$$

Vis-à-vis d'un bruit « rose » :

$$« R_{\text{rose}} » = R_A = [R_w + C] = [30 - 2] = 28 \text{ dB}$$

Vis-à-vis d'un bruit « route » :

$$« R_{\text{route}} » = R_{A,tr} = [R_w + C_{tr}] = [30 - 8] = 22 \text{ dB}$$

4.4.6 Types d'éléments testés en laboratoire

Les éléments testés en laboratoire caractérisés par l'indice d'affaiblissement R sont : murs, parois intérieures, façades, planchers, plafonds, toitures, écrans autoroutiers, fenêtres, vitrages, portes...

EXEMPLE

On considère deux locaux (deux salles de classe) de dimensions identiques : $6,00 \text{ m} \times 7,00 \text{ m} \times 4,00 \text{ m}$ séparés par une cloison de surface $6,00 \times 4,00 \text{ m}$. Les murs et le plafond sont en plâtre peint, le sol en dalles thermoplastiques. Les vitrages ont une superficie de $6,00 \text{ m}^2$ et la porte en bois de surface de 2 m^2 . L'occupation normale est de 30 enfants et un adulte (fig. 4.9).

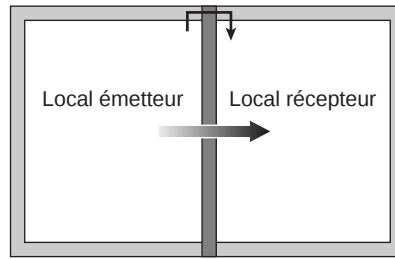


Fig. 4.9. Deux salles de classe séparées par une cloison

1. Calculer le temps de réverbération d'un local occupé pour l'octave 1 000 Hz.
2. On veut ramener à 0,6 le temps de réverbération en disposant des dalles acoustiques de coefficient d'absorption $\alpha = 0,73$ dans l'octave 1 000 Hz.
 - a. Quel est l'intérêt de cette diminution ?
 - b. Sur quelle surface proposez-vous de fixer les dalles acoustiques ?
 - c. Quelle superficie de dalles faut-il installer ?
3. L'indice d'affaiblissement acoustique de la cloison séparative est égal à 30 dB pour l'octave 1 000 Hz. Calculer les isolements acoustiques brut et normalisé entre les deux locaux, avant et après traitement acoustique.
4. Si on installe une porte de communication de surface $2,00 \text{ m}^2$ et de coefficient de transmission $\tau = 0,01$ dans la cloison séparative, quelle sera la nouvelle valeur de l'isolement brut ? (On part du principe que le traitement acoustique a été effectué).

Les critères suivants (tab. 4.5 et 4.6) sont à prendre en compte pour le calcul.

Tab. 4.5. Coefficient d'absorption des matériaux à 1 000 Hz

Matériaux	Coefficient d'absorption α (à 1 000 Hz)
Plâtre peint	0,03
Vitrage	0,12
Porte en bois	0,09
Dalles thermoplastiques	0,04

Tab. 4.6. Aire d'absorption équivalente des occupants

Éléments	Aire d'absorption équivalente A (m^2)
Adulte	0,5
Enfant	0,4

Solution

1. Le temps de réverbération d'un local occupé et donné par la formule de Sabine :

$$T_r = 0,16 \frac{V}{A} \text{ avec } \begin{cases} V = 6,00 \times 7,00 \times 4,00 = 168 \text{ m}^3 \\ A = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot S_i \end{cases}$$

L'aire d'absorption équivalente A de la salle occupée est définie dans le tableau 4.7.

Il s'agit donc de traiter les parois d'une part contre les bruits extérieurs, et d'autre part pour que les bruits émis depuis cette pièce ne se diffusent vers l'extérieur.

L'isolation phonique consiste à modifier le rendu sonore d'une pièce pour l'adapter à son utilisation (home cinéma, chambre...). Pour réaliser une isolation acoustique, il existe trois principes de base :

- la loi de masse : plus c'est lourd, mieux ça isole. Autrement dit, à épaisseur égale, une cloison en béton isolera mieux qu'une cloison en carreaux de plâtre, car à volume égal, le béton est plus lourd que le plâtre ;
- la loi masse-ressort-masse : en combinant certains matériaux, il est possible d'appliquer le principe dit « masse-ressort-masse ». Celui-ci consiste à utiliser des parois doubles, telles que les plaques de plâtre, séparées par de l'air rempli par une laine minérale, qui absorbe et dissipe l'énergie. Lorsque le bruit heurte la première masse, celle-ci se met à osciller. Le ressort entre les deux couches intercepte ces vibrations et fait office d'amortisseur. Le bruit est considérablement atténué lors de sa transmission à la deuxième masse. En rénovation intérieure, cette solution permet un traitement efficace sans surcharger les structures ;
- la loi d'étanchéité : là où l'air passe, le bruit passe. Fenêtres, bas de portes, mauvaise étanchéité en pied de cloison sont autant de sources de mauvaise étanchéité qu'il convient de ne pas négliger pour obtenir une isolation satisfaisante.

La performance de l'isolation phonique est qualifiée par un indice unique, appelé indice d'affaiblissement acoustique R_w , exprimé en dB. Mesuré en laboratoire, il permet d'exprimer la réduction du bruit transmis d'une pièce à l'autre grâce à l'isolation de la cloison.

6.2.2 Matériaux les plus favorables à une bonne isolation phonique

Dans le cas où la loi de masse n'est pas applicable, il convient d'opter pour la méthode masse-ressort-masse un isolant souple est placé entre deux parois. Il faudra alors trouver un isolant performant sur le plan phonique.

Parmi les isolants phoniques les plus performants figurent :

- les laines minérales :
 - la laine de roche est un excellent absorbant des sons et est particulièrement performante pour réduire les bruits d'impact,
 - la laine de verre dont les fibres, même en faible épaisseur, absorbent très bien les sons et qui a fait ses preuves quant à la correction acoustique (idéal pour les studios) ;
- la mousse composite de polyuréthane : très légère, elle est parfaite pour un confort sonore minimal tout en assurant une bonne isolation thermique ;
- le liège expansé en plaques : elle a l'avantage de s'adapter à toutes les poses (sols, murs, combles) et a des performances thermiques exceptionnelles ;
- la ouate de cellulose giclée : elle a également fait ses preuves et est très facile à appliquer.

En revanche, les matériaux naturels comme le chanvre, le lin ou encore la laine de mouton ont des capacités d'atténuation phonique limitées et devront être complétés par un revêtement supplémentaire.

6.2.3 Facteurs déterminants dans le choix de l'isolant

Le choix de l'isolant dans le cadre d'une construction ou d'une rénovation n'est pas simple. Les produits disponibles sont nombreux, les techniques de mise en œuvre également. Un certain nombre de critères doivent être pris en considération :

- les performances phoniques (tous les isolants thermiques ne protègent pas du bruit) et la longévité de l'isolant sont des facteurs importants. En effet, certains isolants résistent à l'humidité, d'autres au tassement et d'autres encore aux rongeurs ;
- la connaissance des risques éventuels sur la santé des matériaux utilisés : certains produits contiennent des fibres irritantes pour la peau, les yeux et les poumons, d'autres produisent des gaz toxiques en cas d'incendie. Certains sont totalement neutres à tous les points de vue ;
- le caractère inflammable ou non de l'isolant choisi, auquel il devra être protégé du feu ;
- la facilité de pose : en général, un produit qui se pose facilement est plus efficace car il évite les ponts thermiques ;
- la régulation hygrométrique : certains isolants ont la capacité d'absorber de grandes quantités de vapeur d'eau et de les restituer quand l'air ambiant est plus sec, cela sans perdre leurs caractéristiques isolantes ;
- le prix : certainement l'un des facteurs les plus pris en compte.

Certains matériaux bénéficient également d'un certificat ACERMI (association pour la certification des matériaux isolants), qui valide leurs qualités d'isolation thermique et les bonnes conditions de leur usage.

Cette certification est délivrée par un organisme indépendant et ne vaut que pour les fabricants qui ont accepté de s'y soumettre.

Le certificat ACERMI est une garantie de qualité et de fiabilité des données d'isolation du fabricant.

Par ailleurs, l'existence d'une fiche FDES d'analyse du cycle de vie de l'isolant ne signifie pas que l'impact environnemental est faible mais elle témoigne de la transparence du fabricant. Toutefois, elle ne vaut que pour les fabricants qui l'ont déposée.

6.3 Isolants minéraux

Les isolants minéraux sont fabriqués à partir de matières naturelles inorganiques. Ils regroupent la laine de verre, la laine de roche, le verre cellulaire, l'argile expansée, la vermiculite et la perlite. Très résistants au feu, ils sont stables et solides en panneaux rigides ou semi-rigides (photo 6.1).

La laine de verre et la laine de roche sont, par ailleurs, les isolants les plus communément utilisés.

6.3.5.4 Énergie grise

Tout comme la perlite, la vermiculite présente un bilan en énergie grise élevé (230 kWh/m³), principalement causé par l'utilisation des transports. Par ailleurs, c'est un matériau naturel, écologique et extrêmement durable.

6.3.6 Argile expansée

L'argile expansée est fabriquée industriellement à partir d'argile brute naturelle qui est successivement séchée, réduite en farine, mélangée à de l'eau, puis chauffée dans des fours. Sont ainsi obtenus des billes ou des blocs à base de billes d'argile. Ce matériau isolant est assez lourd, avec une masse volumique comprise entre 350 et 700 kg/m. L'argile expansée est à privilégier pour la réalisation de chapes allégées ou comme composant isolant de mortiers légers.

Par ailleurs, elle présente des qualités d'isolation thermique assez moyennes, avec un coefficient de conductivité compris entre 0,10 et 0,16 W/m·K. Ses performances sont plus intéressantes pour une isolation phonique, puisqu'elle agit efficacement contre les bruits aériens et les bruits d'impact.

L'argile expansée est assez coûteuse si elle est utilisée comme isolant : environ 5 € pour un sac de 6 litres de billes de 10 mm à 20 mm.

6.3.6.1 Longévité

L'argile expansée est totalement incombustible et résistante au feu. Perméable à la vapeur, elle résiste aussi à l'eau mais doit sécher pour retrouver ses propriétés thermiques. En outre, elle présente une très bonne durabilité.

Enfin, elle est imputrescible et résiste aux produits corrosifs et aux attaques d'insectes.

6.3.6.2 Conditions de pose

Cet isolant est principalement disponible en vrac, sous forme de granulés pour épandage, ou en blocs de construction composés de billes. Il est fréquemment utilisé pour des mortiers allégés ou des chapes de sol (photo 6.5).

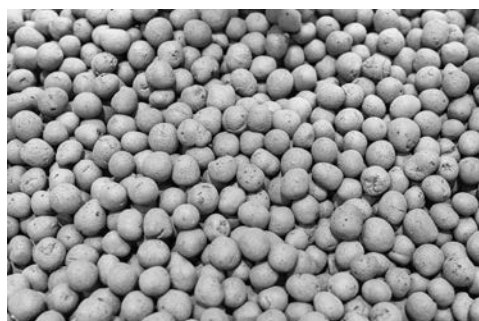


Photo 6.5. Mise en place de béton de granulats légers à base d'argile expansée

6.3.6.3 Énergie grise

L'argile expansée est un matériau gourmand en énergie grise (300 kWh/m³) en raison de son processus de fabrication nécessitant beaucoup de chaleur.

6.4 Isolants organiques

Tout comme les isolants minéraux, les isolants organiques sont des matériaux naturels. Ils sont fabriqués à partir de matières végétales ou animales.

6.4.1 Liège

Le liège est un isolant naturel, issu d'un arbre méditerranéen : le chêne-liège. D'une densité de 105 kg/m³ à 125 kg/m³, il offre de sérieuses qualités environnementales et mécaniques. Vendu en dalles, le liège coûte de 10 € à 30 €/m², selon l'épaisseur et la densité.

6.4.1.1 Performances thermiques et phoniques

Grâce à sa structure formée de millions de cellules remplies d'air immobile, le liège expansé est un très bon isolant thermique (96 % d'air).

Son coefficient de conductivité thermique est situé entre 0,032 et 0,042 W/m·K pour les panneaux, et entre 0,040 et 0,049 W/m·K pour le liège aggloméré. Par ailleurs, ses performances thermiques peuvent être certifiées par l'Acermi. Il offre aussi un déphasage thermique appréciable. Il est également efficace en tant qu'isolant phonique pour éviter les bruits aériens ou les bruits d'impact.

6.4.1.2 Longévité

Le liège résiste bien au tassement au fil des années. Il reste stable face aux différences d'humidité et de température et ne se désagrége pas. Il est de plus imputrescible, auto-extinguible face au feu et ne dégage pas de fumées toxiques. Enfin, il n'est pas attaqué par les rongeurs et les insectes.

6.4.1.3 Conditions de pose

Le liège expansé est proposé en plaques ou en vrac (granulés). Le liège aggloméré est, quant à lui, disponible en plaques, dalles et rouleaux. Pour une isolation thermique de qualité, une épaisseur de 20 mm à 100 mm est requise. Il est aussi possible de trouver du liège non expansé, en brut ou en vrac.

En granulés, le liège peut être déversé dans les combles non habitables pour leur isolation. Il peut aussi assurer l'isolation thermique et phonique des planchers, des toitures et des murs. C'est également le seul isolant écologique qui est complètement insensible à l'eau. De ce fait, il est efficace pour l'isolation périphérique des fondations, par exemple.

MISE EN ŒUVRE DE L'ISOLATION ACOUSTIQUE

Enseignant à l'Institut supérieur des études technologiques (ISET) de Sfax (Tunisie) et membre du laboratoire de génie civil à l'École nationale d'ingénieurs (ENIT) de Tunis, **Malek Jedidi** consacre sa carrière à la recherche dans le domaine du transfert de chaleur et de l'acoustique des bâtiments.

L'attestation de prise en compte de l'acoustique dans les logements neufs a été rendue obligatoire par l'arrêté du 27 novembre 2012 qui définit en outre la méthodologie du choix des mesures acoustiques à réaliser lors de l'achèvement des travaux. Le décret n° 2016-798 du 14 juin 2016, applicable depuis le 1^{er} juillet 2017, a étendu les obligations réglementaires aux bâtiments existants lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants.

Cet ouvrage a pour objectif de fournir les éléments permettant de garantir une isolation acoustique dans les règles de l'art, de la conception à la mise en œuvre sur le chantier, pour les bâtiments neufs et existants.

Illustré de photographies et d'illustrations simples, ce guide pédagogique présente les notions fondamentales de l'acoustique nécessaires à la compréhension des phénomènes de propagation des ondes et de leur origine, ainsi que les paramètres servant à définir le confort acoustique.

- Il analyse les différents types de calculs utilisés lors de la conception des bâtiments.
- Il détaille la mise en œuvre des matériaux.
- Il décrit les critères de choix des isolants en décrivant les performances thermiques et phoniques, les conditions de pose ainsi que la durabilité de chacun d'eux.

Ce manuel pratique s'adresse aussi bien aux architectes, techniciens et ingénieurs de bureaux d'études ou de services techniques de collectivités, entreprises, artisans qu'au grand public averti confronté à des problèmes d'isolation acoustique.

Sommaire

- Chapitre 1** – Caractéristiques physiques des sons
- Chapitre 2** – Caractéristiques énergétiques des sons
- Chapitre 3** – Propagation des sons en espace clos
- Chapitre 4** – Isolation acoustique des bâtiments
- Chapitre 5** – Écrans acoustiques
- Chapitre 6** – Matériaux de l'isolation acoustique

ISBN 978-2-281-14155-9



9 782281 141559

Photographies de couverture :
© Pictures news – Fotolia.com

EDITIONS
LE MONITEUR